

УДК 519.876.5

Мальцев Антон Максимович¹ – студент ФГБОУ ВО ВГУВТ,
e-mail: 8312mail@gmail.com

Крит Андрей Александрович¹ - студент ФГБОУ ВО ВГУВТ,
e-mail: qgc89092850880@gmail.com

Гордяскина Татьяна Вячеславовна¹ – доцент кафедры радиоэлектроники ФГБОУ ВО ВГУВТ,
e-mail: klimt@yandex.ru

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛОКОВ АНАЛОГОВОГО РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ MULTISIM

Аннотация. В работе исследуется модель оборудования аналогового радиотехнического канала связи, обеспечивающего процесс создания, передачи и приема однотонового амплитудно-модулированного сигнала в программном пакете Multisim.

Ключевые слова: радиотехнический канал связи, управляющий сигнал, амплитудно-модулированный сигнал, модулятор, детектор.

В соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» выпускники должны генерировать идеи и решать задачи по созданию теоретических моделей, позволяющих исследовать свойства объектов профессиональной деятельности. Одним из таких объектов является оборудование радиотехнического канала связи. [1] Основой для функционирования такого канала является приемное и передающее устройства, поэтому изучение их структуры и принципов функционирования является важной и актуальной задачей. В данной работе рассматривается процесс формирования и передачи однотонового амплитудно-модулированного (АМ) радиосигнала на передающей стороне канала связи, а также его последующий прием и детектирование в приемнике. [2]

Рассмотрим общую схему радиотехнического канала связи (рис. 1)

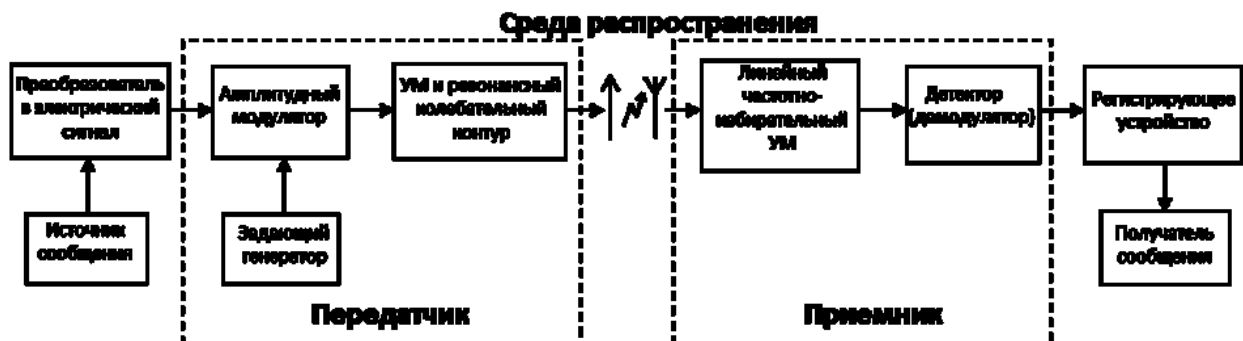


Рисунок 1 - Структурная схема радиотехнического канала связи

Более детальное и наглядное изучение процессов, протекающих в оборудовании канала связи возможно при проведении компьютерного моделирования в программном пакете Multisim. Схема оборудования канала связи приведена на рисунке 2.

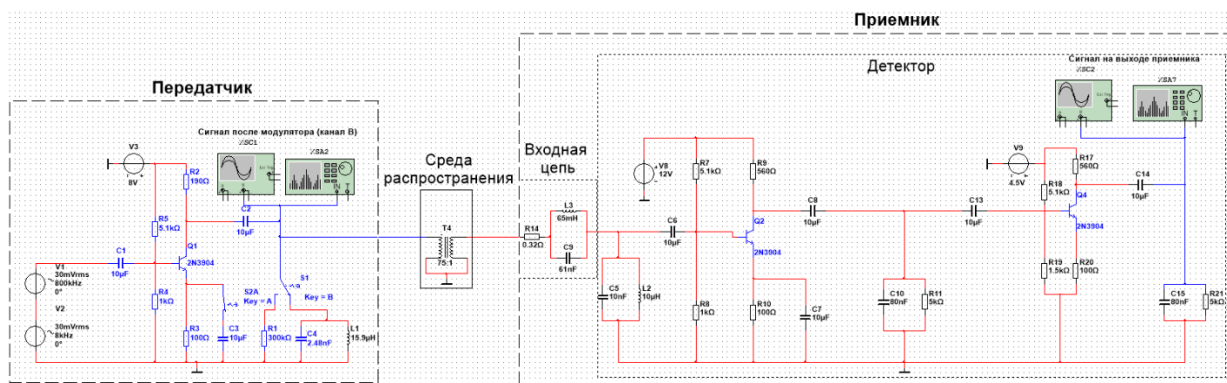


Рисунок 2 – Схема радиотехнического канала связи в Multisim

Приведем основные элементы схемы.

– Передающее устройство состоит из задающего генератора и амплитудного модулятора, совмещенного с усилителем мощности. Антенно-фидерное устройство, излучающее сигнал в среду распространения, выполнено в схеме в виде проводника, подающего сигнал на понижающий трансформатор. Передаваемый низкочастотный управляющий сигнал выбран гармоническим, что позволяет упростить расчеты и сохранить суть основных преобразований сигнала в канале связи.

– Среда распространения радиосигнала моделируется трансформатором, ослабляющим сигнал с передающего устройства (в модели ослабление в 75 раз).

– Приемное устройство содержит входную частотно-избирательную цепь, блок усилителя мощности, совмещенный с детектором (демодулятором).

Модели преобразуемых сигналов исследуются с помощью контрольно-измерительной аппаратуры – осциллографа и анализатора спектра на входах и выходах блоков оборудования.

Рассмотрим пример функционирования оборудования аналогового радиотехнического канала связи, задав параметры сигнала на передающей стороне, исходя из условия узкополосности спектра АМ-сигнала ($f_{упр}/f_{нес} < 0.1$): частота несущего колебания ($f_{нес} = 800$ кГц), частота управляющего колебания ($f_{упр} = 8$ кГц).

Осциллограмма и спектр управляющего сигнала приведены на рисунке 3.

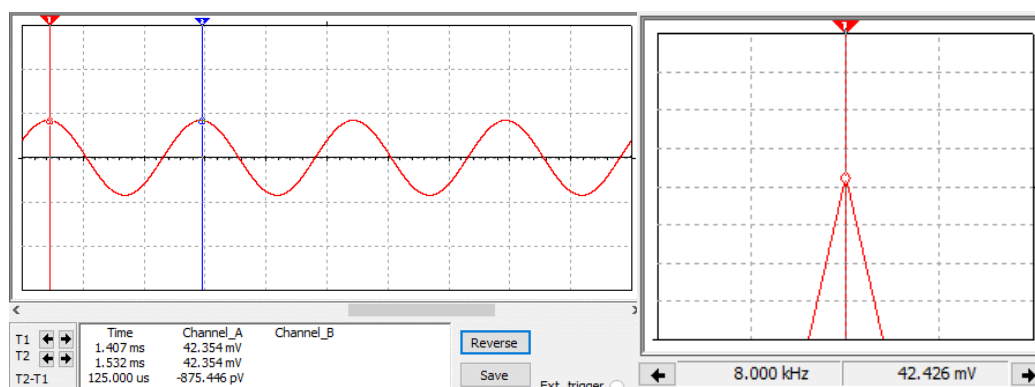


Рисунок 3 – Осциллограмма и спектр управляющего сигнала

Осциллограмма и спектр на входе амплитудного модулятора, выполненного на биполярном транзисторе, включенного по схеме с общим эмиттером, что обеспечивает максимальный коэффициент усиления, приведены на рисунке 4.

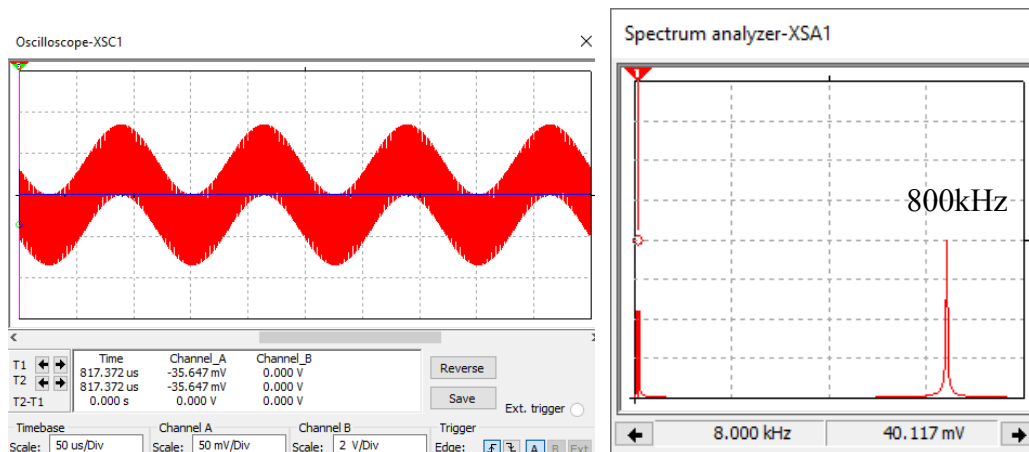


Рисунок 4 - Осциллограмма и спектр на входе модулятора

Выходным блоком модулятора является колебательный контур (полосовой фильтр), настроенный в резонанс с частотой несущего колебания и имеющий полосу пропускания, равную ширине спектра амплитудно-модулированного сигнала. Осциллограмма и спектр приведены на рисунке 5. [2]

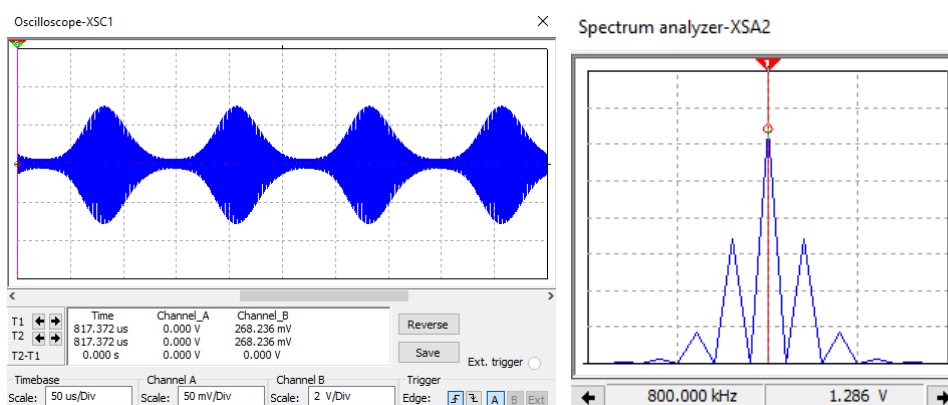


Рисунок 5 - Осциллограмма и спектр сигнала на выходе модулятора

С выхода модулятора сигнал поступает в среду распространения, где ослабляется (в модели эмулируется ослабление в 75 раз) в процессе распространения к приемному устройству. Осциллограмма и спектр на входе приемника приведены на рисунке 6.

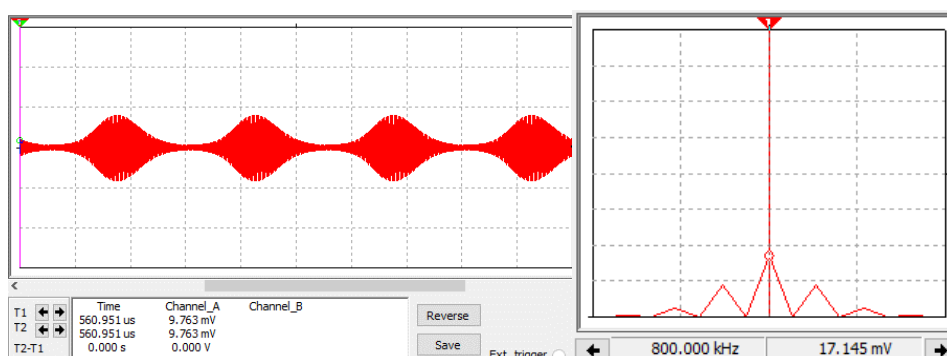


Рисунок 6 - Осциллограмма и спектр сигнала на входе приемного устройства

Входной цепью приемника происходит выделение поступившего АМ-сигнала с помощью полосового фильтра – LC-контура, настроенного в резонанс на несущую частоту АМ-сигнала. После фильтрации в детекторе, выполненном на биполярном транзисторе, проводится усиление и выделение с помощью фильтра низкой частоты (RC-цепи) полезного управляющего сигнала. Осциллограмма и спектр сигнала на выходе детектора приведены на рисунке 7. [3]

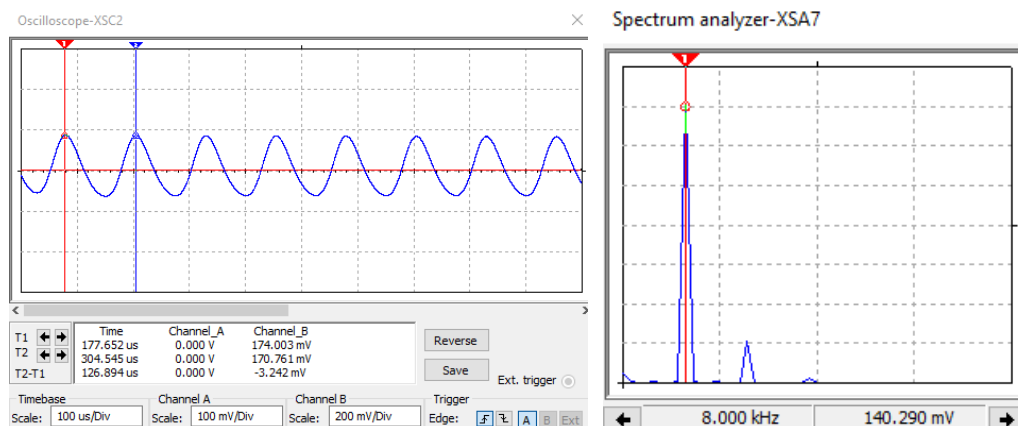


Рисунок 7 - Осциллограмма и спектр сигнала на выходе приемного устройства

Параметры сигнала на выходе приемного устройства (частота равная 8 кГц, форма – гармонический сигнал) соответствуют с точностью не менее 90% параметрам сигнала на входе передающего устройства, что демонстрирует работоспособность рассмотренной модели оборудования канала связи.

Предложенная методика исследования модели объекта профессиональной деятельности на примере оборудования аналогового канала связи с использованием программных средств (Multisim) может быть внедрена в учебный процесс специальности 25.05.03, что будет способствовать более глубокому формированию профессиональных компетенций у выпускников данной специальности.

Список литературы:

1. Мерзляков В.И., Перевезенцев С.В., Плющев В.И. Организация канала передачи данных волномерного буя на базе автоматической идентификационной системы. - Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 43. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015. – с.56-61
2. Мартынов Н.С., Гордяскина Т.В. Исследование нелинейных аналоговых радиотехнических цепей (амплитудных модуляторов) в программном пакете Multisim. // Великие реки 2019: Материалы международной научно-методической конференции. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2019. – URL: http://вф-пека-море.рф/2019/PDF/9_5.pdf (дата обращения 20.04.2022)
3. Панков Е.А., Гордяскина Т.В. Исследование нелинейных аналоговых радиотехнических цепей (амплитудных детекторов) в программном пакете Multisim. // Великие реки 2019: Материалы международной научно-методической конференции. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2019. – URL: http://вф-пека-море.рф/2019/PDF/9_6.pdf (дата обращения 20.04.2022)

RESEARCH OF GMDSS EQUIPMENT BLOCKS ON THE EXAMPLE OF ANALOG PARAMETRIC CIRCUITS IN THE MULTISIM SOFTWARE PACKAGE

Anton M. Maltsev, Andrey A. Krit, Tatyana V. Gordyaskina

Abstract. The paper investigates a model of the equipment of an analog radio communication channel that provides the process of creating, transmitting and receiving a single-tone amplitude-modulated signal in the Multisim software package.

Keywords: modulated signal, nonlinear element, bandpass filter, intermediate frequency, detector, control signal.

